

Land Use Changes Analysis for Kelantan Basin Using Spatial Matrix Technique “Patch Analyst” in Relation to Flood Disaster

Tuan Pah Rokiah Syed Hussain¹ & Hamidi Ismail²
sh.rokiah@uum.edu.my¹ & hamidi@uum.edu.my²

Universiti Utara Malaysia

Abstract

In the recent decade, there are many government efforts to develop rural area as a step to curb vast economic discrepancy status within community in the nation. This effort is in line with National Development Policy promoted by government shifting from New Economic Policy. Therefore, this study area also has impact done by development activities. The enormous economic developments have encourage growth in urbanization, tourism and recreation, public facilities, housing and so on. Furthermore, the area of cultivation land uses and foliages are becoming shrinking due to development growth, which is development needs to shift land use pattern hence denotes that human beings infuriate the environment to meet the life needs. In response to that, this research delves into the level of land use changes using the Geographic Information System (GIS) and Spatial Analyst to determine the actual area or vicinity and what is the type of rigorous changes in land use. This issue can be seen all the way through the study outcome via spatial analysis technique adapted from Patch Density & Size Metrics (Mean Patch Size), Edge Metrics (Total Edge (TE), Edge Density (ED), Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar) and Shannons Diversity Index (SHDI). Results of the study show that, land use changes have occurred significantly in the study area for the period of 20 years, wher, all types of analysis verify that there is an increase in patch for every statistical test. The increase in patch is a picture of current land use changes, land use edge density and land use area in study area. Moreover, this study investigates the relationship between land use with rising flood disaster frequency and intensity variable which has always happened lately in Kelantan River Basin.

Keywords: Land use changes, spatial analysis, flood disaster.

Analisis Perubahan Gunatanah Lembangan Kelantan Melalui Teknik Metriks Ruangan “Patch Analyst” Dan Kaitannya Dengan Bencana Banjir

PENGENALAN

Penulisan ini membincangkan hubungkaitan antara perubahan gunatanah yang berlaku di Lembangan Kelantan dalam jangkamasa 20 tahun (1984-2004) dengan peningkatan darjah keterdedahan penduduk kepada bencana banjir. Dengan kata lain, artikel ini menjurus kepada interaksi manusia dengan persekitaran bio-fizikal di mana, manusia sebagai penggerak utama melakukan perubahan kepada alam ini. Namun, perubahan yang keterlaluan akan meruncingkan kesejahteraan persekitaran dan akhirnya menggugat kesejahteraan hidup masyarakat. Umpamanya, pertumbuhan cepat industri pembalakan, menyebabkan kehilangan hutan yang cepat. Bahkan pertalian antara ekonomi dengan perubahan alam sekitar amatlah kompleks (Jamaluddin Md Jahi 1996). Justeru, dalam konteks kajian ini perubahan yang ketara dalam persekitaran bio-fizikalnya adalah kerencaman gunatanah (perubahan kepelbagaian gunatanah). Kerencaman gunatanah ini berlaku sebenarnya, bagi memenuhi tuntutan kelangsungan hidup manusia sebagai penghuni alam yang rakus dan cuba mengeksplotasi sebanyak mungkin sumber alam yang ada.

Namun, tanpa disedari pembangunan sosioekonomi yang dirancang sama ada oleh kerajaan atau pihak swasta adalah berkait rapat dengan keterdedahan dan keterancaman penduduk kepada pelbagai jenis bencana yang akan wujud. Ini kerana apabila alam sekitar mengalami degradasi atau kemusnahan maka ditandai dengan kemunculan pelbagai bencana alam. Ini termasuklah banjir, banjir lumpur, tanah runtuh, perubahan cuaca dan sebagainya. Isu-isu persekitaran ini muncul disebabkan wujudnya satu bentuk tekanan atau menifestasi alam sekitar yang kemudiannya berubah menjadi suatu bentuk ancaman kepada manusia sendiri. Bentuk ancaman yang muncul ini boleh wujud dalam pelbagai skala dan memberikan impak kemusnahan yang berbeza pada setiap masa dan tempat misalnya, bencana banjir di Lembangan Kelantan.

PERMASALAHAN KAJIAN

Gangguan manusia dalam ekosistem lembangan saliran sering mengundang risiko dan bahaya banjir yang semakin kerap berlaku dengan intensiti yang semakin meningkat. Justeru, bagi mengurangkan masalah tersebut adalah memerlukan satu bentuk sistem pengurusan lembangan saliran bersepadu yang mementingkan penglibatan semua pihak. Pengurusan ekosistem bagi sesebuah lembangan saliran sangat penting agar bahaya dan risiko yang diwujudkan oleh sesuatu bencana dalam lembangan saliran dapat dikurangkan. Penggunaan lembangan saliran yang mampan pastinya tidak akan meninggalkan kesan buruk kepada penduduk di kawasan tersebut. Tetapi apabila berlaku keadaan sebaliknya, bahaya dan risiko sesuatu bencana yang berpunca daripada lembangan saliran seperti kejadian banjir akan melibatkan kehilangan nyawa, kemusnahan harta benda dan kerosakan kemudahan awam adalah signifikan.

Alam sekitar fizikal bukanlah sesuatu yang statik, di mana manusia boleh melakukan apa sahaja yang dianggap perlu bagi menjamin kesejahteraan dan kesempurnaan hidup mereka. Tetapi sebaliknya, kerana terdapat interaksi dua hala yang rencam antara komponen manusia dengan sistem-sistem fizikal alam sekitar yang akan mengakibatkan wujudnya konflik hasil daripada pertembungan antara aktiviti manusia dengan alam sekitar fizikal. Misalnya, bencana banjir di lembangan saliran. Lazimnya hasil daripada pertembungan ini akan berakhir dengan gangguan atau ketidakseimbangan terhadap komponen-komponen alam sekitar fizikal (Khairulmaini Osman Salleh 1994; 2000).

Selain itu, proses interaksi manusia dengan alam sekitar fizikal juga menjelaskan mengapa bahaya alam sekitar wujud. Bahaya dan bencana alam sekitar tidak akan terjadi tanpa pengubahsuaian atau gangguan manusia pada alam sekitar. Misalnya, kejadian banjir tidak dianggap bahaya tanpa manusia menghuni kawasan dataran banjir. Kejadian banjir juga bukan sahaja berlaku disebabkan oleh faktor semulajadi sesebuah lembangan saliran tetapi, terdapat beberapa faktor pendorong yang lain iaitu kecenderungan manusia untuk mengubah proses

semulajadi dalam sesebuah lembangan melalui aktiviti pembalakan, pertanian, perbandaran, perumahan dan sebagainya.

Perubahan atau gangguan manusia terhadap alam sekitar fizikal lembangan saluran sebenarnya menambahkan lagi tahap keseriusan kejadian banjir sama ada dari segi kekerapan dan intensitinya (Khairulmaini Osman Salleh 1995). Ini kerana aktiviti pembangunan yang dilakukan oleh manusia akan mengiatkan kejadian hakisan yang serius atau dikenali sebagai hakisan pecutan. Keadaan tersebut akhirnya akan menyumbang kepada keseriusan risiko banjir di sesebuah lembangan saluran kerana alur sungai akan menjadi bertambah cetek akibat pemendapan kelodak yang diangkut melalui proses hakisan (Wan Ruslan Ismail 2004).

Selain itu, kekerapan dan peningkatan intensiti kejadian banjir di sesebuah lembangan adalah berkait rapat dengan dua faktor utama iaitu keadaan bukan semulajadi dan keadaan semulajadi. Faktor bukan semulajadi yang dimaksudkan adalah berkaitan dengan gangguan atau aktiviti pembangunan yang dilakukan oleh manusia di kawasan lembangan sungai dan memberikan kesan negatif kepada persekitarannya. Ini termasuklah gunatanah pertanian, petempatan berskala besar, perbandaran dan sebagainya. Semua aktiviti berkaitan dengan pembangunan tanah sebenarnya perlu diteliti dan dirancang sebaik mungkin agar kesan negatif dapat diminimumkan. Perancangan gunatanah yang baik dapat mengurangkan risiko bencana yang diwujudkan oleh pembangunan tanah termasuklah banjir, banjir lumpur, tanah runtuh dan sebagainya. Justeru, persoalan kajian ini ialah bagaimanakah aktiviti manusia mempengaruhi kekerapan kejadian dan peningkatan intensiti banjir di Lembangan Kelantan? dan tujuan kajian adalah bertujuan mengkaji impak gangguan manusia yang mempengaruhi kejadian banjir di Lembangan Kelantan.

METOD KAJIAN DAN TEKNIK ANALISIS

Fokus utama kajian adalah lebih bersifat teknikal dengan mengaplikasikan perisian *Geographic Information System* (GIS). Penggunaan kaedah GIS bertujuan memperjelaskan tentang perubahan gunatanah secara bandingan antara tahun 1984, 1997 dan 2004 melalui teknik tindihan peta. Peta gunatanah Lembangan Kelantan bagi tahun 1984, 1997 dan 2004 pula dibeli daripada Jabatan Pertanian Persekutuan, Putrajaya dan peta-peta tersebut diperolehi dalam bentuk 'arc-view'. Selain itu, bagi melihat bentuk perubahan ruangan atau pembangunan beberapa ujian statistik dalam teknik analisis ruangan (*Patch Analyst*) juga digunakan.

Terdapat tiga jenis analisis yang telah dipilih ialah *Patch Density & Size Metrics* digunakan bagi meneliti kepadatan poligon atau *patch*. Analisis kedua ialah *Edge Metrics* untuk melihat kepadatan sempadan dan ketiga ialah *Shannons Diversity Index* (SHDI) untuk meneliti indeks kepelbagaian yang terdapat dalam kawasan kajian.

TEKNIK ANALISIS

Teknik Analisis Metriks Ruangan

Penggunaan teknik analisis metriks ruangan adalah bagi meneliti peratusan perubahan sesuatu jenis gunatanah dan bentuk perubahan ruangan. Kajian perubahan ruangan ini boleh diaplikasi menggunakan *Geographic Information System* (GIS) agar hasil kajian lebih efisien. Ini kerana dengan pengaplikasian GIS, perubahan metriks ruangan bukan sahaja boleh dihasilkan dalam kategori kelas-kelas gunatanah tetapi juga kepelbagaian bentuk ruangan sama ada bersifat homogen atau heterogen. Terdapat pelbagai jenis statistik yang boleh digunakan dalam GIS namun, antara statistik ruangan yang dipilih dalam kajian ini dalam sekitaran *Arc View GIS* ialah *Patch Density & Size Metrics*, *Edge Metrics* dan *Shannon Diversity Index* (SHDI). Pada asasnya analisis statistik ruangan adalah merujuk kepada perubahan poligon yang dikenalpasti sebagai satu jenis gunatanah. Penggunaan GIS dianggap bertepatan dan dapat membantu dalam menganalisis perubahan ruangan kerana aplikasi dalam GIS boleh menyimpan maklumat atau data non-spatial seperti keluasan kawasan, kesempadanan antara sesuatu jenis gunatanah dan maklumat letakan poligon atau koordinat lokasi (Kadaruddin Aiyub & Noorazuan Md Hashim 2005).

Penggunaan teknik *Patch Density & Size Metrics* adalah penting bagi melihat kepadatan poligon yang dikesan melalui kepadatan *patch* di mana, semakin banyak atau tinggi *patch* maka semakin signifikan perubahan gunatanah di sesebuah kawasan tersebut. Manakala penggunaan *Edge Metrics* pula penting dalam statistik ruangan kerana merujuk kepada sempadan antara kelas-kelas gunatanah yang berbeza. Terdapat tiga penunjuk utama dalam *Edge Metrics* iaitu *Total Edge*, *Mean Patch Edge* dan *Edge Density* (ED). *Edge Density* (ED) diukur dalam unit m/ha iaitu ukuran panjang sempadan (dalam unit m) bagi setiap *patch* dibahagikan dengan jumlah keluasan poligon yang berkaitan dan diukur melalui persamaan;

$$ED = \frac{E}{A}$$

Di mana,

ED = Edge Density

E = merujuk kepada jumlah keluasan persempadan antara kelas gunatanah (m)

A = jumlah luas poligon berkaitan

Edge Density merupakan satu pengukuran terhadap kepelbagaian bentuk *patch* yang terlibat. Ini bermakna semakin tinggi nilai ED, maka semakin tinggi darjah kepelbagaian dan 'complexity' ruangan berkenaan. Situasi ini menunjukkan bukti kepada sesuatu ruangan bagaimana rupa bentuk gunatanah sesebuah kawasan telah berubah akibat daripada gangguan manusia melalui proses pembangunan (Kadaruddin Aiyub & Noorazuan Md Hashim 2005).

Selain itu, bagi mengenalpasti kepelbagaian *patch* dalam paras landskap lembangan pula, pengukuran nilai SHDI digunakan. Indeks ini menganggarkan taburan *patch* berdasarkan kepada komponen kelas-kelas gunatanah dan diukur melalui persamaan;

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i * \ln P_i)$$

Di mana,

SHDI = Shannon Diversity Index

m = jumlah *patch* yang terlibat

P_i = luas kawasan mengikut kelas

Nilai SHDI akan meningkat jika jumlah *patch* bertambah dan taburan luas bersempadanan antara kelas meningkat menerusi masa. Nilai statistik ini amat berguna dalam kajian ruangan terutamanya, bagi landskap lembangan yang bertujuan untuk menilai proses perubahan gunatanah akibat hambatan pembangunan.

Kaedah Analisis Data Luahan

Selain itu, data luahan dan intensitinya juga digunakan untuk melihat perubahan atau tren kejadian banjir daripada segi kekerapan dan magnitudnya berdasarkan frekuensi kejadian banjir di stesen penyukat. Bagi data luahan banjir diambil seawal tahun 1970 sehingga tahun 2006 di stesen-stesen yang telah dipilih. Data kekerapan dan magnitud banjir yang diperolehi akan dibahagikan mengikut selang masa sebanyak 10 tahun iaitu 1966-1975, 1976-1985, 1986-1995 dan 1996-2005. Kejadian banjir yang berlaku pastinya akan menyebabkan kehilangan nyawa, kemusnahan harta benda, tanaman dan sebagainya. Justeru, berdasarkan analisis data luahan yang diperolehi dibentuk indeks risiko dan bahaya banjir kepada penduduk. Asas kepada pembentukan indeks adalah berdasarkan aras air banjir iaitu Paras berjaga-jaga (waspada), Paras amaran dan Paras bahaya. Kesemua aras ini di lembangan tersebut ditentukan melalui aras air (keluk kadaran) yang berubah-ubah mengikut tahun dan lembangan.

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Hasil kajian dalam penulisan ini dibahagikan kepada dua bahagian iaitu perbincangan mengenai situasi perubahan gunatanah yang berlaku selama 20 tahun (1984-2004) di Lembangan Kelantan. Selain penjelasan secara umum mengenai perubahan corak gunatanah di lembangan ini beberapa ujian statistik analisis metriks ruangan juga digunakan bagi menyokong isu atau senario perubahan gunatanah yang telah berlaku di Lembangan Kelantan. Bahagian kedua pula merangkumi perbincangan mengenai situasi atau tren peningkatan kejadian banjir sama ada dari segi kekerapan dan intensitinya di Lembangan Kelantan.

SENARIO PERUBAHAN GUNATANAH DI LEMBANGAN KELANTAN

Analisis perubahan gunatanah di Lembangan Kelantan penting bagi meneliti sejauhmanakah hubungkaitannya dengan peningkatan kekerapan dan intensiti kejadian bencana banjir yang berlaku kebelakangan ini di lembangan tersebut. Ini kerana salah satu penyebab utama kepada kejadian banjir ialah aktiviti pembangunan setempat yang menyumbang kepada aktiviti hakisan dan pemendapan di alur-alur sungai berdekatan. Pembahagian sebenar sub-lembangan bagi Lembangan Kelantan secara keseluruhan dapat dibahagikan kepada empat buah lembangan iaitu Sungai Kelantan, Galas, Lebir, dan Pergau. Namun artikel ini, hanya akan meneliti perubahan gunatanah bagi Sungai Kelantan sahaja kerana pembangunan yang rancak telah berlaku di lembangan ini dan diikuti dengan peningkatan kekerapan dan magnitud banjir yang signifikan sejak beberapa tahun kebelakangan ini. Kejadian bencana banjir juga telah menyebabkan kemusnahan teruk dari segi harta benda, ternakan, hasil tanaman dan sebagainya.

Kerancangan pembangunan yang berlaku di lembangan ini didorong oleh beberapa faktor antaranya, menjadi kawasan tumpuan penduduk, pembangunan ekonomi yang pesat, kawasan pusat pentadbiran kerajaan negeri dan sebagainya. Maka, tidak hairanlah jika lembangan ini mempunyai beberapa buah bandar penting seperti ibu negeri Kelantan iaitu Kota Bharu, bandar Pasir Mas dan Tanah Merah yang kian berkembang pesat sebagai bandar perniagaan dan perindustrian. Tambahan pula, lembangan ini mempunyai kawasan yang paling luas iaitu bermula daripada bahagian hulu Negeri Kelantan sehinggalah ke bahagian hilir atau dikenali sebagai muara Sungai Kelantan. Lembangan Sungai Kelantan mempunyai cawangan sungai utama di bahagian hulu iaitu Sungai Nenggiri dan di kawasan ini aktiviti pembangunan adalah kurang rancak berbanding kawasan hilirnya. Ini kerana corak muka bumi kawasan tersebut yang bergunung-ganang menjadi salah satu halangan kepada perkembangan dan penyelerakan aktiviti pembangunan.

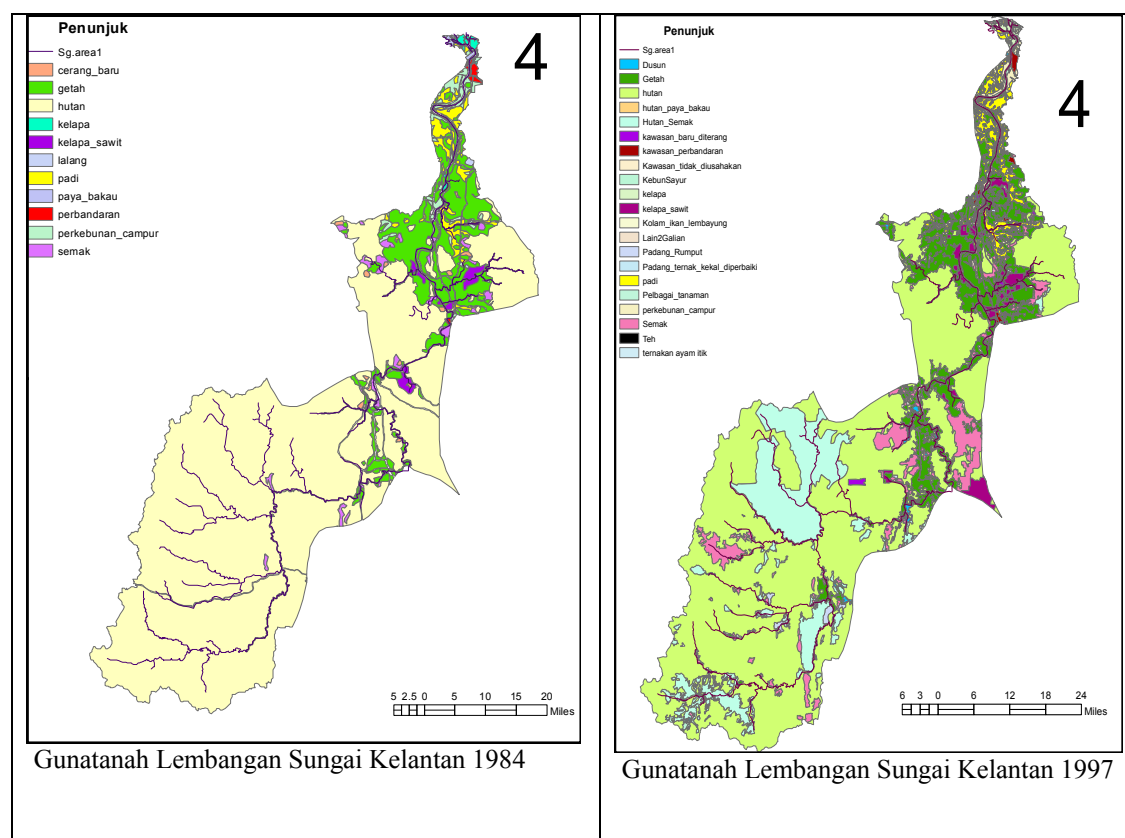
Pada awalnya pembangunan gunatanah di Lembangan Kelantan (1984) adalah tertumpu di kawasan hilir lembangan sahaja kerana mempunyai tanah subur dan sesuai untuk pelbagai aktiviti pertanian, pembinaan petempatan penduduk, pertanian, perniagaan dan industri. Jika diperhatikan dalam Rajah 1, tahap perubahan gunatanah di lembangan ini pada tahun 1984 adalah tidak begitu ketara dan penyelerakan aktiviti pembangunan juga lebih tertumpu di bahagian hilir lembangan sahaja. Namun, bagi tahun 1997, aktiviti corak gunatanah mula menunjukkan perkembangan dan penyelerakan yang agak rancak terutamanya dalam sektor pertanian. Di bahagian hulu misalnya, tanaman getah dan kelapa sawit secara ladang telah mula dilaksanakan secara komersil. Banyak kawasan hutan diterokai dan digantikan dengan tanaman komersil secara berskala besar. Kepelbagaian kategori gunatanah juga menunjukkan peningkatan yang ketara pada tahun ini dan banyak sekali kawasan hutan yang diterokai, ini termasuklah kawasan yang baru dibuka dan diusahakan atau kawasan hutan yang diteroka tetapi ditinggalkan begitu sahaja.

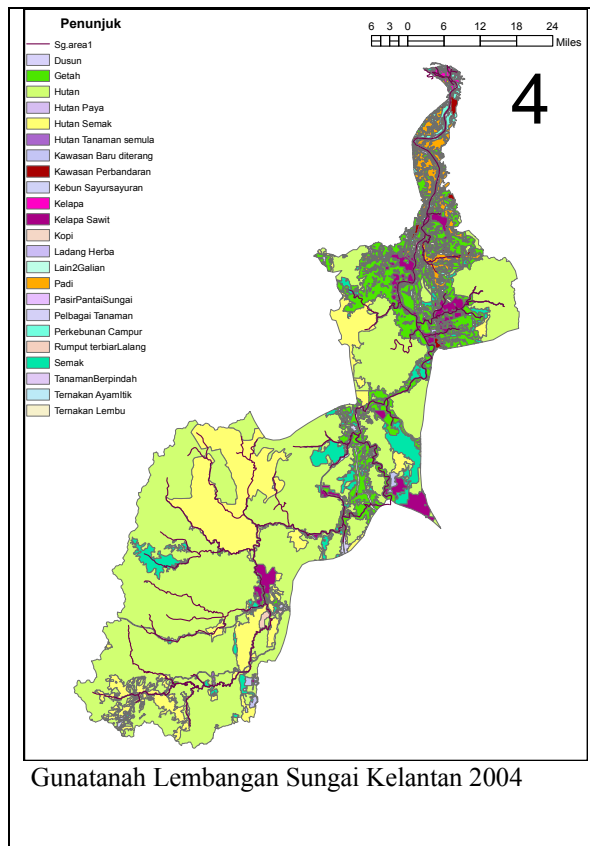
Keadaan ini berlaku mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti kekurangan pekerja, kekurangan modal dan kemahiran di kalangan para petani. Manakala pada tahun 2004, kerancangan pembangunan terus berlaku akibat hambatan hidup penduduk di Lembangan Kelantan. Corak gunatanah semakin kompleks (rencam) dan keluasan tanaman komersil dipertingkatkan serta penggunaan teknologi terkini telah mula digunakan bagi meningkatkan jumlah hasil pengeluaran. Selain itu, perubahan gunatanah di lembangan ini juga telah

menunjukkan peningkatan yang ketara di mana, seakan sudah wujud kawasan tepu bina bagi sesetengah kawasan. Kepelbagaian aktiviti pembangunan terutamanya pertanian juga dapat diperhatikan, keluasan kawasan perbandaran juga berlaku, di samping muncul pelbagai kategori baru dalam klasifikasi gunatanah seperti kebun sayur-sayuran, kopi, ladang herba dan sebagainya (Rajah 1).

ANALISIS METRIKS RUANGAN “PATCH ANALYST”

Teknik analisis metriks ruangan adalah penting dalam mengkaji bentuk perubahan ruangan yang berlaku dalam sesebuah lembangan saliran. Kepelbagaian ruangan iaitu sama ada bersifat homogenus atau heterogenus dapat dikenalpasti melalui aplikasi statistik ruangan. Sebenarnya terdapat puluhan jenis ujian statistik yang boleh digunakan melalui perisian GIS bagi meneliti perubahan ruangan di sesebuah kawasan. Namun, kajian hanya menggunakan beberapa teknik yang dianggap penting iaitu *Ujian Patch Density & Size Metrics (Mean Patch Size)*, *Edge Metrics (Total Edge (TE), Edge Density (ED), Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar)* dan *Shannons Diversity Index (SHDI)*.





Rajah 1: Perubahan Gunatanah Lembangan Sungai Kelantan 1984-2004

UJIAN *PATCH DENSITY* DAN *SIZE METRICS*

Analisis *Patch Density* dan *Size Metrics* adalah diwakili oleh ujian *Mean Patch Size* yang mana penggunaan adalah bagi meneliti perubahan gunatanah yang paling dominan. Perubahan gunatanah ini diukur berdasarkan jumlah *patch* iaitu semakin tinggi nilainya maka, semakin tinggi perubahan yang berlaku dalam sesebuah kategori gunatanah. Berdasarkan ujian *Mean Patch Size* di Lembangan Kelantan mendapati pada tahun 1984 gunatanah yang paling dominan ialah tanaman getah dan padi iaitu masing-masing sebanyak 66295.78 dan 14464.52. Namun, keluasan gunatanah ini semakin merosot pada tahun 1997 kepada 26842.20 dan 3568.19 serta kembali meningkat pada tahun 2004 melebihi nilai yang dicatatkan pada tahun 1984 iaitu getah sebanyak 69922.17 dan padi pula 16192.26. Kemerosotan corak gunatanah ini disebabkan para petani mula berminat menanam kelapa sawit yang mempunyai harga pasaran lebih stabil dan lebih memberikan keuntungan kepada para petani. Bagi tanaman kelapa sawit juga menggambarkan tren gunatanah yang kurang seragam misalnya, pada tahun 1984 terdapat 5125.34 patch dan jumlah telah meningkat dengan drastik pada tahun 1997 iaitu sebanyak 11634.20 dan kembali merosot pada tahun 2004 (Jadual 1).

Jadual 1: *Mean Patch Size* perubahan gunatanah Lembangan Sungai Kelantan mengikut tahun

| Jenis Gunatanah | 1984 | 1997 | 2004 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | Mps | Mps | Mps |
| Getah | 66295.78 | 26842.20 | 69922.17 |
| Hutan | 538301.92 | 134091.23 | 383034.67 |
| Kelapa | 1657.16 | 1817.40 | 1439.99 |
| Kelapa sawit | 5125.34 | 11634.20 | 9686.45 |
| Lalang | 404.92 | - | 1838.51 |
| Padi | 14464.52 | 3568.19 | 16192.26 |

| | | | |
|--------------------|---------|----------|-----------|
| Paya bakau | 767.82 | 781.91 | 511.24 |
| Perbandaran | 1376.22 | 2334.88 | 3031.32 |
| Kebun campur | 9100.70 | 4164.86 | 11596.76 |
| Semak | 8680.63 | 19566.84 | 34178.15 |
| Dusun | - | 1585.02 | 2447.34 |
| Hutan semak | - | 84008.90 | 103838.84 |
| Kws.baru diterang | - | 1273.54 | 2262.81 |
| Kebun sayur | - | 266.28 | 820.95 |
| Lain2 galian | - | 113.87 | 169.60 |
| Pelbagai tanaman | - | 1086.40 | 1507.52 |
| Ternakan ayam itik | - | 55.49 | 109.18 |

*Mean Patch Size (Mps)

Manakala bagi kategori hutan pula, menunjukkan terdapat pengurangan nilai *patch* yang ketara antara tahun 1984 iaitu sebanyak 538301.92 kepada 134091.23 pada tahun 1997 dan kembali meningkat sedikit pada tahun 2004 iaitu 383034.67. Kemerosotan nilai keluasan hutan ini mungkin disebabkan oleh hambatan terhadap gunatanah yang lain seperti pambandaran, pertanian dan sebagainya. Namun, terdapat satu corak gunatanah yang agak unik iaitu semak dan hutan semak di mana, nilai *patch* adalah semakin meningkat setiap tahun. Sebenarnya, kategori semak menggambarkan bahawa yang dahulunya adalah terdiri daripada kawasan hutan yang dibersihkan untuk aktiviti pertanian atau sebagainya tetapi tidak diusahakan sebaliknya dibiarkan sahaja sehinggalah wujudnya tumbuhan renek yang bersaiz rendah. Namun, apabila kawasan semak ini ditinggalkan untuk tempoh yang agak lama misalnya, 7 sehingga 10 tahun ianya akan berubah menjadi hutan semak dan saiz tumbuhannya agak tinggi dan kawasan ini sukar dimasuki atau diteroka. Justeru, pengurangan nilai *patch* bagi kawasan hutan adalah merosot setiap tahun namun nilai bagi kategori semak dan hutan semak menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun.

Edge Metrics

Terdapat dua jenis analisis statistik yang penting dalam *Edge Metrics* iaitu *Edge Density* (ED) dan *Total Edge* (TE). Penggunaan analisis *Edge Metrics* adalah untuk melihat kepelbagaian sempadan antara kategori gunatanah. Misalnya, jika nilai *Edge Density* semakin tinggi maka wujudnya, darjah kepelbagaian gunatanah serta taburannya tidak sekata. Ini bermakna lebih tinggi nilai ED maka, lebih tinggi darjah kepelbagaian gunatanah di sesebuah kawasan dan jika nilai ED merosot pula adalah menggambarkan tahap pembangunan juga kurang di kawasan tersebut. Selain itu, bagi nilai TE pula, menunjukkan bahawa jika nilai TE tinggi maka tahap kerencaman gunatanah juga adalah tinggi dan tidak sekata.

Jadual 2: Perbandingan statistik TE dan ED di Sungai Kelantan mengikut tahun

| Jenis Gunatanah | <i>Edge Density (ED)</i> | | | <i>Total Edge (TE)</i> | | |
|--------------------|--------------------------|------|------|------------------------|------------|------------|
| | 1984 | 1997 | 2004 | 1984 | 1997 | 2004 |
| Getah | 2.20 | 4.68 | 5.09 | 1427288.53 | 3095125.60 | 3336381.06 |
| Hutan | 2.59 | 4.70 | 4.73 | 1682108.07 | 3109675.96 | 3099884.79 |
| Kelapa | 0.11 | 0.19 | 0.16 | 76828.03 | 125471.39 | 110840.50 |
| Kelapa sawit | 0.18 | 0.56 | 0.88 | 118163.11 | 375121.22 | 580595.09 |
| Padang rumput | 0.01 | 0.18 | 0.21 | 10616.08 | 121229.72 | 140646.08 |
| Padi | 0.73 | 1.76 | 1.62 | 478504.21 | 1167252.24 | 1061218.52 |
| Paya Bakau | 0.06 | 0.15 | 0.09 | 41568.47 | 99987.15 | 60649.11 |
| Perbandaran | 0.09 | 0.21 | 0.32 | 63610.50 | 144007.00 | 211306.01 |
| Kebun campur | 0.60 | 1.75 | 1.88 | 389509.59 | 1157800.15 | 1235691.56 |
| Semak | 0.41 | 2.07 | 1.98 | 271228.94 | 1368853.01 | 1299151.78 |
| Dusun | - | 0.17 | 0.28 | - | 113090.99 | 185938.4 |
| Hutan semak | - | 1.67 | 2.37 | - | 1108295.83 | 1552446.50 |
| Kws. baru diterang | - | 0.09 | 0.16 | - | 64416.65 | 109824.97 |
| Kebun sayur | - | 0.01 | 0.14 | - | 13073.55 | 96414.70 |

| | | | | | | |
|--------------------|---|------|------|---|-----------|-----------|
| Lain-lain galian | - | 0.01 | 0.03 | - | 7137.95 | 24240.03 |
| Pelbagai tanaman | - | 0.18 | 0.31 | - | 122415.92 | 203930.00 |
| Ternakan ayam itik | - | 0.01 | 0.13 | - | 7562.21 | 86766.13 |

Berdasarkan hasil kajian ED bagi Lembangan Kelantan menunjukkan bahawa kesemua jenis gunatanah menggambarkan peningkatan nilai ED dan hanya bagi tanaman padi dan kelapa sahaja mencatatkan bacaan ED yang sedikit merosot pada tahun 2004. Keadaan berlaku mungkin disebabkan petani kurang berminat dengan tanaman kelapa dan padi atau pun hal ini berlaku disebabkan kebanyakan kawasan tanaman padi ditukarkan kepada petempatan atau gunatanah yang lain begitu juga dengan tanaman kelapa. Selain itu, pendapatan para petani berasaskan kedua-dua tanaman ini juga merosot kerana saingan dengan komoditi yang lain seperti getah dan kelapa sawit yang dikatakan boleh memberikan pulangan hasil yang lumayan untuk jangka masa panjang iaitu antara 20 sehingga 25 tahun.

Manakala bagi nilai TE pula, menggambarkan keadaan yang sama di mana, nilai TE adalah meningkat lebih sekali ganda bagi beberapa jenis gunatanah misalnya, getah dan hutan. Bagi kategori tanaman kelapa sawit dan perbandaran pula mencatatkan nilai lebih sekali ganda dan ini menggambarkan tahap kerencaman yang tinggi serta tidak sekata telah berlaku terhadap beberapa gunatanah di Lembangan Kelantan. Namun, bagi tanaman padi dan kelapa mengalami sedikit kemerosotan nilainya bagi tempoh antara tahun 1997 dan 2004 yang berkemungkinan dipengaruhi oleh beberapa sebab antaranya keluasan sempadannya semakin mengecil akibat hambatan daripada gunatanah lain. Keadaan ini juga menunjukkan tedapat perbezaan signifikan kerana perbezaan jumlah TE adalah dua kali ganda bagi Lembangan Kelantan (Jadual 2).

PERBANDINGAN STATISTIK *MEAN PERIMETER-AREA RATIO (MPAR)*

Analisis perbandingan statistik *Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar)* digunakan bagi meneliti tren rebakan gunatanah tanah di sesebuah kawasan atau lembangan. Dengan kata lain semakin tinggi nilai *Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar)* di sesebuah kawasan menggambarkan bahawa semakin banyak rebakan gunatanah telah berlaku. Justeru, pemerhatian terhadap nilai *Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar)* untuk tempoh 20 tahun (1984-2004) adalah bersesuaian bagi melihat corak rebakan gunatanah mengikut pembahagian sub-lembangan yang telah dilakukan.

Jadual 3: Mean Perimeter-Area Ratio Sungai Kelantan mengikut tahun

| Jenis Gunatanah | <i>Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar)</i> | | |
|--------------------|---|--------|--------|
| | 1984 | 1997 | 2004 |
| Getah | 21.50 | 95.50 | 47.70 |
| Hutan | 3.10 | 67.79 | 8.09 |
| Kelapa | 46.39 | 69.00 | 77.00 |
| Kelapa sawit | 23.10 | 32.20 | 71.00 |
| Padang rumput | 26.19 | 51.89 | 76.50 |
| Padi | 33.10 | 95.15 | 65.5 |
| Paya bakau | 54.10 | 127.89 | 118.60 |
| Perbandaran | 46.20 | 61.70 | 69.70 |
| Kebun campur | 42.79 | 95.26 | 106.59 |
| Kebun sayur | 0 | 49.10 | 117.40 |
| Semak | 31.19 | 89.04 | 38.00 |
| Dusun | 0 | 71.29 | 76.00 |
| Lain-lain galian | 0 | 62.70 | 72.40 |
| Hutan semak | 0 | 13.19 | 15.00 |
| Kws. baru diterang | 0 | 50.60 | 48.50 |
| Pelbagai tanaman | 0 | 112.70 | 135.30 |
| Ternakan ayam itik | 0 | 136.30 | 137.73 |

Berdasarkan analisis *Mean Perimeter-Area Ratio (Mpar)* bagi Lembangan Sungai Kelantan mendapati bahawa rebakan pembangunan gunatanah bagi beberapa kategori mengalami nilai paling tinggi adalah pada tahun 1997. Ini bermakna pembangunan yang giat berlaku bagi pelbagai kategori gunatanah antara tahun 1984 sehingga 1997. Misalnya, bagi kategori getah peningkatan nilai *Mpar* hampir sebanyak empat kali ganda, begitu juga dengan hutan yang mencatatkan peningkatan yang sangat drastik iaitu sebanyak 64.69 (Jadual 3).

Namun nilai *Mpar* bagi semua kategori gunatanah ini kembali merosot pada tahun 2004 bagi beberapa kategori gunatanah seperti getah, hutan, padi dan sebagainya. Tetapi terdapat juga beberapa kategori gunatanah yang terus meningkat pada tahun 2004 iaitu kelapa, kelapa sawit, perbandaran dan kebun campur. Manakala bagi pelbagai jenis gunatanah yang lain seperti dusun, hutan semak, kawasan baru diterang, pelbagai tanaman dan ternakan ayam itik pula mencatatkan peningkatan nilai *Mpar* yang agak perlahan. Rumusannya, terdapat perbezaan nilai *Mpar* yang signifikan pada tahun 1997 iaitu di waktu kemuncak rebakan gunatanah di Sungai Kelantan dengan tahun sebelum iaitu 1984 dan selepasnya iaitu 2004.

SHANNONS DIVERSITY INDEX (SHDI)

Berdasarkan analisis statistik ruangan mendapati nilai SHDI adalah tinggi terutamanya bagi Lembangan Kelantan. Keadaan ini menggambarkan bahawa semakin tinggi nilai SHDI bagi sesebuah lembangan maka, tahap kerencaman gunatanah juga semakin tinggi. Ini kerana pola gunatanah yang semakin meningkat digambarkan melalui jumlah *patch* yang banyak kerana wujudnya kepelbagaian aktiviti gunatanah di sesebuah lembangan tersebut. Misalnya, bagi Lembangan Kelantan nilai SHDI pada tahun 1984 ialah 1.67 dan meningkat sebanyak 0.39 pada tahun 1997 serta 0.13 untuk tahun 2004. Apa yang menarik tentang analisis ruangan landskap (nilai SHDI) bagi kesemua lembangan yang dipilih ialah peningkatan nilai SHDI yang direkodkan antara tahun 1984 dan 1997 (14 tahun) adalah tinggi berbanding dengan tahun 1997 dan 2004 (8 tahun). Misalnya antara tahun 1984 dan 1997, Lembangan Kelantan mencatatkan peningkatan sebanyak 0.39 (Jadual 4).

Jadual 4: Nilai SHDI mengikut sungai bagi tahun 1984, 1997 dan 2004

| Lembangan Saliran | Tahun | Nilai SHDI | Perbezaan SHDI |
|--------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| Sungai Kelantan | 1984 | 1.67 | |
| | 1997 | 2.06 | 0.39 |
| | 2004 | 2.19 | 0.13 |

Secara keseluruhan hasil ujian statistik metriks ruangan mendapati bahawa, terdapat perubahan gunatanah yang signifikan di Lembangan Kelantan bagi tempoh 20 tahun. Situasi ini berlaku kerana hambatan pembangunan dalam negara bagi merealisasikan sebuah negeri maju menjelang tahun 2020. Justeru, Negeri Kelantan perlu melaksanakan pelbagai aktiviti pembangunan bagi persediaan menuju ke arah tersebut. Oleh itu, pembukaan kawasan hutan begitu giat dilakukan bagi memenuhi tuntutan pembangunan ekonomi yang telah dirancang bagi meningkatkan hasil pendapatan rakyat dan kerajaan negeri. Namun, jika difikirkan dalam aspek lain perubahan gunatanah secara berleluasa tanpa memikirkan proses keseimbangannya pasti akan mengundang musibah kepada penduduk yang mendiami lembangan ini.

TREN KEKERAPAN DAN MAGNITUD BANJIR SUNGAI KELANTAN (STESEN GUILLEMARD)

Bagi menjelaskan tentang gambaran risiko dan bahaya banjir pula, luahan sungai semasa banjir digunakan. Ini bertujuan untuk mengenalpasti tren kejadian banjir di Lembangan Kelantan sama ada dari segi kekerapan dan intensitinya yang seringkali menyebabkan kemusnahan teruk kepada penduduk lembangan tersebut. Data luahan lembangan ini dipadankan dengan keluk kadaran (*rating table*) bagi mendapatkan jumlah sebenar intensiti banjir berdasarkan paras air iaitu berjaga-jaga, amaran dan bahaya. Kesemua data-data hujan dan luahan sungai semasa banjir diperolehi daripada Jabatan Pengairan dan Saliran, Ampang (Jadual 5).

Bagi melihat tren kejadian banjir (kekerapan dan magnitud) dengan lebih terperinci kerana data yang banyak dan tempoh masa yang lama, pecahan mengikut selang 10 tahun dilakukan iaitu tahap 1 (1961-1969), tahap 2 (1970-1979), tahap 3 (1980-1989), tahap 4 (1990-1999) dan tahap 5 (2000-2006) (Jadual 5).

Bagi tahap 1 (1961-1969), terdapat 30 kali banjir yang berlaku dengan magnitudnya melepasi aras berjaga-jaga iaitu 12.2 meter dan kerap berlaku pada tahun 1963, 1965 dan 1969. Manakala pada peringkat amaran pula terdapat lima kali bacaan yang direkodkan melepasi tahap tersebut dengan catatan tertinggi berlaku pada 30 November 1969 iaitu 8057 meter (16.7m). Bagi aras bahaya pula, tiada bacaan yang direkodkan dalam tahap 1.

Manakala pada tahap 2 (1970-1979), merupakan tempoh masa yang mencatatkan bilangan kejadian banjir yang kerap berlaku di Sungai Kelantan. Bagi aras berjaga-jaga, terdapat 68 kali kejadian banjir. Manakala pada aras amaran mencatatkan rekod sebanyak 30 kali dan begitu juga bagi aras bahaya turut sama mencatatkan kekerapan kejadian banjir yang tinggi iaitu 5 kali bagi tempoh sepuluh tahun. Purata hari yang mengalami banjir selama 10 tahun ialah melebihi 10 hari. Episod kejadian banjir pada tahun 1973, mencatatkan magnitud yang tinggi iaitu kerap berada pada aras amaran dan paras air tertinggi direkodkan pada 16hb. Disember 1973 iaitu 8496 meter (18.3m). Namun, aras air yang paling tinggi dicatatkan bagi tempoh 10 tahun ini direkodkan pada 28hb. November 1979 iaitu 9929 meter (20.2 m).

Jadual 5: Kekerapan dan Magnitud Banjir di Sungai Kelantan

| Tahun | Aras berjaga-jaga (12.2 meter) | Aras amaran (15.2 meter) | Aras bahaya (17.7 meter) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Kekerapan | Kekerapan | Kekerapan |
| Tahap 1: 1961-1969 (kecuali 1966 & 1967) | 30 | 5 | 0 |
| Tahap 2: 1970-1979 | 68 | 30 | 5 |
| Tahap 3: 1980-1989 | 54 | 18 | 13 |
| Tahap 4: 1990-1999 (kecuali 1995) | 71 | 23 | 4 |
| Tahap 5: 2000-2006 | 52 | 16 | 1 |
| JUMLAH | 275 | 92 | 23 |

Nota: * tahun 1966, 1967 dan 1995 tidak mempunyai data yang lengkap

Pada tahap 3 (1980-1989) mencatatkan bilangan banjir sebanyak 54 kali melepasi aras berjaga-jaga dan 18 kali bagi aras amaran. Selain itu, dalam tempoh 10 tahun ini kekerapan catatan aras air di paras bahaya adalah yang paling tinggi berbanding dengan tempoh masa yang lain iaitu sebanyak 13 kali. Dalam tempoh 1980-1989, hanya pada tahun 1980 dan 1989 tiada kejadian banjir yang dicatatkan berlaku. Manakala dari segi magnitud pula antara aras air yang

tertinggi adalah dicatatkan pada 21 dan 22hb. November 1988 iaitu masing-masing merekodkan bacaan sebanyak 9975 meter (20.2m) dan 9888 meter (20.3m).

Tahap 4 (1990-1999) merekodkan bacaan yang melebihi paras berjaga-jaga adalah sebanyak 71 kali, aras amaran 23 kali dan aras bahaya sebanyak 4 kali. Dalam tempoh ini tahun rekod tahun 1995 yang tidak lengkap dan dikecuali dalam kajian untuk tempoh 1990-1999. Namun, dari segi purata jangkamasa hari yang mengalami banjir pada tempoh ini juga menunjukkan berlakunya peningkatan iaitu sebanyak 11 hari dalam setahun tanpa mengambilkira tahun 1995. Bagi tahap ini juga kejadian banjir dicatatkan berlaku setiap tahun dengan kekerapan yang berbeza. Misalnya pada tahun 1990, 1992, 1993 dan 1994 banjir berlaku sebanyak 2 kali dalam setahun serta pada tahun 1991 dan 1998 sebanyak tiga kali dalam setahun. Dari segi magnitud banjir bagi tempoh ini adalah lebih banyak mencatatkan aras air di tahap berjaga-jaga dan aras air paling tinggi yang paling direkodkan dalam tempoh ini ialah pada 23hb. Disember 1993 iaitu sebanyak 8534 meter (19.2m).

Tahap 5 (2000-2006) pula sebanyak 52 kali aras air yang rekodkan melebihi paras berjaga-jaga, 16 kali melepasi tahap amaran dan hanya sekali dicatatkan pada paras bahaya. Dalam tempoh ini, hanya tahun 2002 yang tidak mengalami banjir. Manakala dari segi kedalaman aras air pula lebih banyak mencatatkan bacaan pada paras berjaga-jaga iaitu sebanyak 52 kali dan aras air tertinggi bagi tempoh ini ialah pada 11hb. Disember 2003 sebanyak 3755 meter (17.7m). Rumusannya, kejadian banjir bagi tempoh 45 tahun (1961-2006) mencatatkan bacaan di paras berjaga-jaga sebanyak 275 kali, aras amaran 92 kali dan 23 kali di paras bahaya. Secara puratanya tempoh hari yang mengalami banjir dalam jangkamasa ini adalah sebanyak 9.2 hari tanpa mengambilkira tahun yang tidak mempunyai rekod (1966, 1967 dan 1995). Selain itu, keadaan ini menggambarkan bahawa Sungai Kelantan merupakan salah sebuah lembangan yang kerap mengalami banjir dengan magnitud air yang tinggi.

PERUBAHAN GUNATANAH LEMBANGAN KELANTAN DAN KAITANNYA DENGAN KEJADIAN BANJIR

Kepelbagaian corak gunatanah di sub-Lembangan Kelantan dapat menggambarkan bahawa kawasan ini menerima hambatan pembangunan gunatanah yang lebih dominan berbanding dengan lembangan-lembangan lain di Negeri Kelantan. Akibat gangguan manusia ke atas komponen alam semulajadi pastinya meninggalkan kesan kepada penghuninya. Ini kerana perubahan persekitaran akan menyebabkan “kemudahterancaman” kepada penduduk hasil pertembungan antara perubahan gunatanah (persekitaran) dan persekitaran sosial. Kemudahterancaman ini adalah berkisar antara perkaitan kejadian bencana alam yang disebabkan oleh perubahan persekitaran semulajadinya. Misalnya, di Lembangan Saliran Kelantan, bencana alam yang seringkali berlaku ialah bencana banjir, tanah runtuh, banjir lumpur, hakisan dan sebagainya. Kejadian ini berlaku disebabkan oleh keadaan ekosistem semulajadi yang tidak stabil, kemusnahan cerun, kepincangan kepelbagaian biologi dan kepupusan sumber asli akibat pembangunan yang drastik. Perubahan persekitaran yang keterlaluan ini akan meruncingkan kesejahteraan persekitaran dan akhirnya menggugat keselamatan penghuninya akibat daripada ancaman yang berpunca daripada kemerosotan kualiti persekitarannya.

Justeru, berdasarkan hasil kajian ini dapat dibuktikan bahawa antara penyebab kepada peningkatan kekerapan dan intensiti bencana banjir di Lembangan Kelantan adalah disumbangkan oleh perubahan gunatanah yang berlaku. Proses semulajadi dalam persekitaran telah berlaku di mana, pembukaan hutan telah menghasil kelodak yang diangkut dan dimendapkan di dasar sungai. Keadaan ini menyebabkan sungai mula menjadi cetak dan potensi kekerapan kejadian bencana dalam persekitaran tersebut mula dijelmakan. Situasi sebenar ini dapat digambarkan dengan senario yang berlaku di Lembangan Kelantan. Keadaan yang agak sama juga berlaku di Lembangan Langat, Selangor sepertimana kajian yang dilakukan oleh Mohd Nordin Hassan yang mendapati bahawa lembangan tersebut semakin terdedah kepada kemudahterancaman akibat perubahan persekitaran. Situasi yang sama juga digambarkan oleh Abdul Samad Hadi et.al (2006), berdasarkan hasil kajiannya di Lembangan Langat mendapati lembangan ini sedang

mengalami pergolakan pembangunan sosio-ekonomi yang direalisasikan melalui pelbagai bencana alam termasuklah banjir kilat, tanah runtuh dan kegagalan cerun.

KESIMPULAN

Tahap gangguan manusia di sesebuah lembangan mempengaruhi keadaan semulajadi ekosistemnya atau dengan kata lain kesejahteraan alam sekitar adalah bergantung kepada cara manusia menggunakannya. Sekiranya, manusia sangat aktif menggunakan sumber alam tanpa memikirkan keseimbangannya maka, sudah tentu bencana alam akan berlaku. Berdasarkan hasil kajian mendapati, peranan manusia merupakan salah satu faktor terpenting yang menyumbang kepada kekerapan dan peningkatan intensiti banjir di sesebuah kawasan. Ini kerana sebarang aktiviti pembangunan yang dijalankan oleh manusia mampu menyebabkan pertambahan kadar luahan melalui pemendapan sedimen di sungai yang berhampiran.

Berdasarkan jangka masa dan tempoh yang lama akan memberikan kesan negatif kepada manusia iaitu dijelmakan dalam bentuk bencana alam. Ini termasuklah bencana banjir, banjir lumpur, hakisan tanah, tanah runtuh dan sebagainya. Kerakusan manusia mengeksplotasi sumber alam secara aktif bagi memenuhi kehendak mereka dalam pelbagai bentuk sama ada aktiviti pertanian berskala besar, petempatan, pembalakan, penerokaan hutan dan sebagainya akan meninggalkan kesan negatif kepada manusia sendiri. Atau dengan kata lain perubahan gunatanah yang berlaku akan mengundang bencana kepada manusia yang mendiami lembangan tersebut dan risiko yang mengancam manusia juga adalah tinggi. Kesemua hal ini berlaku tanpa disedari oleh manusia sehinggalah terjelmanya musibah itu dalam bentuk bencana yang mampu mengancam nyawa dan harta benda.

RUJUKAN

- Abdul Samad Hadi, Shahrudin Idrus dan Ahmad Fariz Mohamed. (2006). *Perubahan persekitaran dan kemudahterancaman Lembangan Langat*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Jamaluddin Md. Jahi. (1996). *Impak Pembangunan Terhadap Alam Sekitar*. Bangi. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Kadaruddin Aiyub & Noorazuan Md Hashim. (2005). *Perubahan metrik ruang Lembangan Sungai Kuantan 1995-2002*. Laporan Penyelidikan FSKK, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Khairulmaini Osman Salleh. (1994). Perception of and adaption to flood hazard- A preliminary study. *Malaysian Journal of Tropical Geography*, 25 (2): 99-106.
- Khairulmaini Osman Salleh. (1995). Erosional and depositional features of disturbed geomorphological systems. *Indonesian Journal of Geography*, 27 (69): 1-30.
- Khairulmaini Osman Salleh. (2000). Tanggapan dan gerak balas terhadap bahaya alam sekitar. Dlm. Mohd. Razali Agus & Fashbir Noor Sidin (pnyt.). *Perbandaran dan perancangan persekitaran*, hlm. 176-190. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.
- Wan Ruslan Ismail. (2004). Hakisan tanah dan kemerosotan tanah: Beberapa kes di Malaysia. Dlm. Jamaluddin Md. Jahi, Mohd. Jailani Mohd Nor, Kadir Arifin dan Azahan Awang (pnyt.). *Alam sekitar dan kesejahteraan masyarakat Malaysia*. hlm, 203-245. Bangi: Pusat Pengajian Siswazah, UKM.

